

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Satoshi SHIMADA et al.**

Serial Number: **Not Yet Assigned**

Filed: **March 17, 2004**

Customer No.: 38834

For: **SOLENOID DRIVING DEVICE**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 17, 2004

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2003-106075, filed on April 10, 2003

Japanese Appln. No. 2003-115369, filed on April 21, 2003

In support of these claims, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of these applications be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



John P. Kong
Reg. No. 40,054

Atty. Docket No.: 042199
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20036
Tel: (202) 822-1100
Fax: (202) 822-1111
JPK/ll



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 0 日
Date of Application:

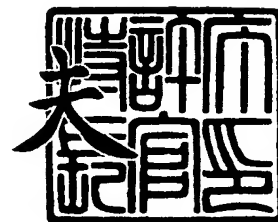
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 6 0 7 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 6 0 7 5]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 4 3 9 7



【書類名】 特許願

【整理番号】 H103-0596

【提出日】 平成15年 4月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 07/18

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 嶋田 敏

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075384

【弁理士】

【氏名又は名称】 松本 昂

【電話番号】 03-3582-7477

【代理人】

【識別番号】 100125519

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 憲二

【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001764

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ソレノイド駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ソレノイド駆動装置であって、
電源と、
該電源と前記ソレノイドとの間に直列に接続されたスイッチング素子と、
カソードが前記スイッチング素子と前記ソレノイドとの間に接続されるように
前記ソレノイドに対して並列に接続された電流還流用ダイオードと、
前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出回路と、
目標電流と前記電流検出回路で検出した検出電流との差に応じたオンデューティ
値及びオフデューティ値を演算して出力する P I D 演算手段と、
前記オンデューティ値の入力に応じて P W M デューティ信号を生成し、該 P W
M デューティ信号を前記スイッチング素子に供給して該スイッチング素子をオン
オフする P W M デューティ駆動手段と、
前記スイッチング素子がオフのとき、前記オフデューティ値の入力に応じて前
記電源の電圧を逆電圧として前記ソレノイドに印加可能な逆電圧印加手段と、
を具備したことを特徴とするソレノイド駆動装置。

【請求項 2】 前記逆電圧印加手段は、前記電源の負極側と前記ソレノイド
との間に直列に接続された第 2 スwitching 素子と、カソードが前記電源と前
記スイッチング素子との間に接続されるように、前記スイッチング素子及び前記
ソレノイドの直列回路に並列に接続された第 2 電流還流用ダイオードと、前記オ
フデューティ値の入力に応じて第 2 P W M デューティ信号を生成し、該第 2 P W
M デューティ信号を前記第 2 スwitching 素子に供給して該第 2 スwitching 素
子をオンオフする第 2 P W M デューティ駆動手段とを含んでいる請求項 1 記載の
ソレノイド駆動装置。

【請求項 3】 前記逆電圧印加手段は、前記電源の負極側と前記ソレノイド
との間に直列に接続された第 2 スwitching 素子と、カソードが前記電源と前記
スイッチング素子との間に接続されるように、前記スイッチング素子及び前記ソ
レノイドの直列回路に並列に接続された第 2 電流還流用ダイオードと、前記オン

デューティ値及びオフデューティ値の絶対値を算出する絶対値算出手段と、前記オンデューティ値及びオフデューティ値の符号を反転するインバータと、前記絶対値算出手段の出力及び前記インバータの出力が入力されるNAND回路と、前記NAND回路の出力に応じて前記第2スイッチング素子をオンオフするドライバ回路とを含んでいる請求項1記載のソレノイド駆動装置。

【請求項4】 前記PID演算手段は、目標電流と実電流との差に応じて積分項を算出する積分項算出手段と、実電流が規定値以下になった場合に積分項をゼロにリセットする手段を含んでいる請求項1～3の何れかに記載のソレノイド駆動装置。

【請求項5】 前記電源は単一電源から構成される請求項1～4の何れかに記載のソレノイド駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子制御4輪駆動車両等のトルク伝達機構等で使用されるソレノイドの駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、電子制御4輪駆動車両のトルク伝達機構等では、左右一対のプラネタリギヤセットと、各プラネタリギヤセットに連結されたサンギヤのトルクを可変制御するための一対のブレーキ機構を含んでいる。各ブレーキ機構は、湿式多板ブレーキと、この多板ブレーキを作動する電磁アクチュエータを含んでいる。

【0003】

電磁アクチュエータは、環状溝を有するコア（ヨーク）と、コアの環状溝中に挿入されたソレノイドと、所定のギャップを持ってコアと対向するように配置されたアーマチュアと、アーマチュアに連結されたピストンとから構成される。

【0004】

ソレノイドに電流を印加すると、アーマチュアがソレノイドによりコアに引き付けられ推力が発生する。この推力により、アーマチュアと一体に連結されたピ

ストンが多板ブレーキを押し付けることで、ブレーキトルクが発生する。

【0005】

旋回方向及び操舵力又は操舵角に基づいて左右のソレノイドに流す電流値を制御して、左右の後ろ車軸への出力トルクを可変に制御することができる。

【0006】

ソレノイドの駆動電流制御方法としては、PID制御器を用いた電流フィードバック制御と、スイッチング素子と電流還流用のダイオードを使用したパルス幅変調(PWM)デューティ信号による電流制御の組み合わせが一般的に行われている。この制御方法の場合、PID制御器の出力であるオンデューティ値は0～100%の範囲が有効となる。

【0007】

【特許文献1】

特開2001-178186号公報

【0008】

【特許文献2】

特開2002-93619号公報

【0009】

【特許文献3】

特開2002-237412号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、自動車に搭載される制御システムでは、ソレノイド用の電源電圧はバッテリーなどから供給される単一電源電圧が一般的なため、従来のスイッチング素子と電流還流用ダイオードを使用したPWMデューティ信号による電流制御では、目標電流が急激に低下した場合、オンデューティ値を0%まで低下させてデューティ出力をオフにしても、ソレノイドのインダクタンス成分と抵抗成分で決まる時定数で電流の立ち下がりが制約され、応答性が悪いという問題がある。

【0011】

よって、本発明の目的は、主に電流の立ち下がり特性を改善したソレノイド駆

動装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明によると、ソレノイド駆動装置であって、電源と、該電源と前記ソレノイドとの間に直列に接続されたスイッチング素子と、カソードが前記スイッチング素子と前記ソレノイドとの間に接続されるように前記ソレノイドに対して並列に接続された電流還流用ダイオードと、前記ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出回路と、目標電流と前記電流検出回路で検出した検出電流との差に応じたオンデューティ値及びオフデューティ値を演算して出力するPID演算手段と、前記オンデューティ値の入力に応じてPWMデューティ信号を生成し、該PWMデューティ信号を前記スイッチング素子に供給して該スイッチング素子をオンオフするPWMデューティ駆動手段と、前記スイッチング素子がオフのとき、前記オフデューティ値の入力に応じて前記電源の電圧を逆電圧として前記ソレノイドに印加可能な逆電圧印加手段と、を具備したことを特徴とするソレノイド駆動装置が提供される。

【0013】

請求項1のソレノイド駆動装置によると、スイッチング素子がオフのとき、オフデューティ値の入力に応じて電源の電圧を逆電圧としてソレノイドに印加可能な逆電圧印加手段が設けられているので、ソレノイドをオフしたときの電流の立ち下がり、ソレノイドのインダクタンス成分と抵抗成分で決まる時定数に制約されず必要に応じて急峻にすることができ、応答性の向上が可能となる。

【0014】

請求項2記載の発明によると、前記逆電圧印加手段が、前記電源の負極側と前記ソレノイドとの間に直列に接続された第2スイッチング素子と、カソードが前記電源と前記スイッチング素子との間に接続されるように、前記スイッチング素子及び前記ソレノイドの直列回路に並列に接続された第2電流還流用ダイオードと、前記オフデューティ値の入力に応じて第2PWMデューティ信号を生成し、該第2PWMデューティ信号を前記第2スイッチング素子に供給して該第2スイッチング素子をオンオフする第2PWMデューティ駆動手段とを含んでいるソ

レノイド駆動装置が提供される。

【0015】

請求項2のソレノイド駆動装置によると、スイッチング素子及び第2スイッチング素子が共にオフすれば、第2電流還流用ダイオード→電源→電流還流用ダイオードのループでソレノイドに電源電圧を逆電圧として印加可能となり、且つ第2スイッチング素子をPWMデューティ駆動することで電源電圧の逆電圧とほぼ0Vをソレノイドに交互に印加可能となる。

【0016】

第2スイッチング素子を駆動するPWMデューティ比を可変にすると、ソレノイドへ印加される平均逆電圧をリニアに可変にすることができ、スイッチング素子オフ時の電流の立ち下がりやソレノイドのインダクタンス成分と抵抗成分で決まる時定数に制約されず必要に応じて急峻にすることができ、応答性向上が可能となる。

【0017】

請求項3記載の発明によると、前記逆電圧印加手段が、前記電源の負極側と前記ソレノイドとの間に直列に接続された第2スイッチング素子と、カソードが前記電源と前記スイッチング素子との間に接続されるように、前記スイッチング素子及び前記ソレノイドの直列回路に並列に接続された第2電流還流用ダイオードと、前記オンデューティ値及びオフデューティ値の絶対値を算出する絶対値算出手段と、前記オンデューティ値及びオフデューティ値の符号を反転するインバータと、前記絶対値算出手段の出力及び前記インバータの出力が入力されるNAND回路と、前記NAND回路の出力に応じて前記第2スイッチング素子をオンオフするドライバ回路とを含んでいるソレノイド駆動装置が提供される。

【0018】

請求項3のソレノイド駆動装置によると、第2PWMデューティ駆動手段を使用することなく、一つのPWMデューティ信号を切り替えてスイッチング素子及び第2スイッチング素子を駆動することができる。よって、ソレノイド駆動装置を安価に構成することができ、請求項2記載のソレノイド駆動装置と同様な作用効果を達成することができる。

【0019】

請求項4記載の発明によると、前記PID演算手段が、目標電流と実電流との差に応じて積分項を算出する積分項算出手段と、実電流が規定値以下になった場合に積分項をゼロにリセットする手段を含んでいるソレノイド駆動装置が提供される。

【0020】

請求項4のソレノイド駆動装置によると、実電流が規定値以下になった場合にPID演算手段の積分項を0にリセットすることで、積分項成分が負の値のまま保持されることが回避できる。これにより、次の電流立ち上がり指示に対する遅れを低減することができ、電流立ち上がり特性を改善することが可能となる。

【0021】

請求項5記載の発明によると、電源が単一電源から構成されるソレノイド駆動装置が提供される。複数電源を有する場合には、ソレノイドオフ時の電流の立ち下がり特性を急峻にすることは比較的容易である。請求5記載のソレノイド駆動装置では、単一電源の場合にもソレノイドオフ時の電流の立ち下がり特性を必要に応じて急峻にすることができ、応答性の向上が可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】

図1を参照すると、本発明のソレノイド駆動装置を適用可能なフロントエンジン・フロントドライブ（FF）車ベースの4輪駆動車両の動力伝達装置の概略図が示されている。

【0023】

図1に示すように、動力伝達系は、車両前方に配置されたエンジン2の動力がトランスミッション4の出力軸4aから伝達されるフロントデファレンシャル装置6と、このフロントデファレンシャル装置6からの動力がプロペラシャフト8を介して伝達される増速装置（変速装置）10と、増速装置10からの動力が伝達されるリヤデファレンシャル装置12を主に含んでいる。

【0024】

フロントデファレンシャル装置6は従来周知の構造となっており、トランスミ

ッション 4 の出力軸 4 a からの動力をデフケース 6 a 内の複数のギヤ 14 と出力軸 16, 18 を介して左右の前輪駆動軸 20, 22 に伝達することにより、各前輪が駆動される。

【0025】

リヤデファレンシャル装置 12 は、後で説明するように、一对のプラネタリギヤセットと、それぞれ多板ブレーキ機構の締結を制御する一对の電磁アクチュエータを含んでおり、電磁アクチュエータを制御して左右の後輪駆動軸 24, 26 に動力を伝達することにより、各後輪が駆動される。

【0026】

図 2 は増速装置（変速装置）10 と、増速装置 10 の下流側に配置されたりヤデファレンシャル装置 12 の断面図を示している。増速装置 10 はケーシング 28 中に回転可能に取り付けられた入力シャフト 30 と、出力シャフト（ハイポイドピニオンシャフト）32 を含んでいる。

【0027】

増速装置 10 は更に、オイルポンプサブアセンブリ 34 と、プラネタリキャリアサブアセンブリ 38 と、直結クラッチサブアセンブリ 40 と、変速ブレーキ 42 を含んでいる。

【0028】

増速装置 10 の下流側に設けられたりヤデファレンシャル装置 12 は、ハイポイドピニオンシャフト 32 の先端に形成されたハイポイドピニオンギヤ 44 を有している。

【0029】

ハイポイドピニオンギヤ 44 はハイポイドリングギヤ 48 と噛み合っており、ハイポイドリングギヤ 48 からの動力は左右に一对設けられたプラネタリギヤセット 50 A, 50 B のリングギヤに入力される。

【0030】

プラネタリギヤセット 50 A, 50 B のサンギヤは左側後ろ車軸 24、右側後ろ車軸 26 周りに回転可能に取り付けられている。プラネタリギヤセット 50 A, 50 B のプラネタリキャリアは、左側後ろ車軸 24、右側後ろ車軸 26 に固定

されている。プラネタリキャリアに担持されたプラネットギヤがサンギヤ及びリングギヤに噛み合っている。

【0031】

左右のプラネタリギヤセット 50A, 50B は、サンギヤのトルクを可変制御するために設けられたブレーキ機構 51 に連結される。ブレーキ機構 51 は、湿式多板ブレーキ 52 と、この多板ブレーキ 52 を作動する電磁アクチュエータ 56 を含んでいる。

【0032】

湿式多板ブレーキ 52 のブレーキプレートはケーシング 54 に固定され、ブレーキディスクはプラネタリギヤセット 50A, 50B のサンギヤに固定されている。

【0033】

電磁アクチュエータ 56 は、環状溝を有するリング状コア（ヨーク） 58 と、リング状コア 58 の環状溝中に挿入された環状ソレノイド 60 と、リング状コア 58 に所定のギャップを持って対向するリング状アーマチュア 62 と、アーマチュア 62 に連結された環状ピストン 64 とから構成される。

【0034】

ソレノイド 60 に電流を印加すると、アーマチュア 62 がソレノイド 60 によりコア 58 に引き付けられて推力が発生する。この推力により、アーマチュア 62 と一体に連結されたピストン 64 が多板ブレーキ 52 を押し付けることで、ブレーキトルクが発生する。

【0035】

これにより、プラネタリギヤセット 50A, 50B のサンギヤはそれぞれケーシング 54 に対して固定され、ハイポイドピニオンシャフト 32 の駆動力はプラネタリギヤセット 50A, 50B のリングギヤ、プラネットギヤ、プラネットキャリアを介して左右の後ろ車軸 24, 26 に伝達される。

【0036】

環状ソレノイド 60 に流す電流を制御することにより、入力シャフト 30 の駆動力を直結状態で或いは増速装置 10 で増速して、左右の後ろ車軸 24, 26 に

任意に分配することができ、最適な旋回制御を実現することができる。

【0037】

図3を参照して、本発明第1実施形態のソレノイド駆動回路70について説明する。72は図2に示した環状ソレノイド60等のソレノイドであり、インダクタンス成分74及び抵抗成分76を有している。78はバッテリー等の電源であり、例えば電源電圧は約12Vである。電源78の負極側は接地されている。

【0038】

電源78の正極側とソレノイド72の間には第1FET（スイッチング素子）80が直列に接続されている。即ち、第1FET80のドレイン80aが電源78に接続され、ソース80bがソレノイド72に接続されている。

【0039】

電源78の負極側とソレノイド72との間に第2FET（スイッチング素子）82が直列に接続されている。即ち、第2FET82のソース82bが接地され、ドレイン82aがソレノイド72に接続されている。

【0040】

ソレノイド72と第2FET82の間には電流検出用抵抗84が直列に接続されている。また、カソードがソレノイド72と第1FET80との間に接続されるように、ソレノイド72、電流検出用抵抗84及び第2FET82の直列回路に対して並列に第1電流還流用ダイオード86が接続されている。

【0041】

一方、カソードが電源78の正極側とFET80との間に接続されるように、ソレノイド72及び電流検出用抵抗84の直列回路に対して並列に第2電流還流用ダイオード88が接続されている。

【0042】

ブロック90は車両に搭載されたECUのCPU内の処理を示している。ソレノイド72を流れる電流は、電流検出用抵抗84の両端の電位差として検出され、この検出電位差は電流検出回路92で増幅されてフィードバックされる。

【0043】

ブロック94で算出された目標電流と電流検出回路92で検出された検出電流

(実電流) との差分が差分器 96 で取られ、この差分が P I D 演算手段 98 に入力される。

【0044】

P I D 演算手段 98 は入力された差分に基づいて比例項 (P 項)、積分項 (I 項) 及び微分項 (D 項) を演算するものであり、正のオンデューティ値及び負のオフデューティ値を出力する。

【0045】

オンデューティ値はオンデューティ値選択回路 100 で選択され、パルス幅変調 (PWM) タイマ 102 に入力される。PWM タイマ 102 からは「1」, 「0」の2値からなる矩形波のパルス幅変調 (PWM) デューティ信号が出力される。

【0046】

この PWM デューティ信号はドライバ回路 104 で増幅されて第 1 F E T 80 のゲート 80c に供給され、第 1 F E T 80 を PWM デューティ信号に応じてオンオフする。ドライバ回路 104 で第 1 F E T 80 のゲート 80c に印加される電圧は例えば約 24 V である。

【0047】

一方、P I D 演算手段 98 から出力される負のオフデューティ値はオフデューティ値選択回路 106 で選択され、このオフデューティ値と +1 が加算器 118 で加算される。

【0048】

加算器 118 の出力は PWM タイマ 120 に入力され、PWM タイマ 120 からは「1」, 「0」の2値からなる矩形波の PWM デューティ信号が出力される。

【0049】

この PWM デューティ信号はドライバ回路 122 で増幅されて第 2 F E T 82 のゲート 82c に供給され、PWM デューティ信号に応じて第 2 F E T 82 をオンオフ制御する。ドライバ回路 122 で増幅されて第 2 F E T 82 のゲート 82c に供給される電圧は例えば約 12 V である。

【0050】

電流検出回路 92 で検出された検出電流とブロック 124 の 0 アンペア判断値は 0 アンペア判断回路 126 に入力され、検出電流（実電流）が 0 アンペア相当になったか否かが判断される。検出電流が 0 アンペア判断値以下になったと判断されると P I D 演算手段 98 で演算した積分項を 0 にリセットする。

【0051】

本実施形態のソレノイド駆動回路 70 では、第 1 F E T 80 はノーマルオフであり、第 2 F E T 82 はゲート 82 c に通常 P W M デューティ信号が供給されているため、ノーマルオンである。

【0052】

以下、図 4 ～図 6 を参照して、第 1 実施形態のソレノイド駆動回路 70 の作用について説明する。図 4 に示すように、第 1 F E T 80 及び第 2 F E T 82 とともにオンの場合には、電源電圧 V_{bat} がソレノイド 72 の両端に印加されるため、ソレノイド 72 にはループ 130 で示される如く電源 78 による順方向電流が流れる。

【0053】

図 5 に示すように、第 2 F E T 82 がオンで第 1 F E T 80 がオフになると、P 点の電位は第 1 電流還流用ダイオード 86 の順方向電圧分だけ低下し、 $-V_{d1}$ 「V」 となる。

【0054】

Q 点の電位は第 2 F E T 82 がオンであるため、接地電位即ち 0 V となり、ソレノイド 72 の両端には約 $-V_{d1}$ 「V」 の電圧が印加されることになる。ソレノイド 72 と並列に第 1 電流還流用ダイオード 86 が接続されているため、矢印 132 のループで還流電流が流れる。

【0055】

ソレノイド 72 の通常の駆動時には、第 2 F E T 82 をフルオンの状態で図 4 及び図 5 に示すように第 1 F E T 80 をオンオフするため、P W M タイマ 102 から出力される P W M デューティ信号のデューティ比に応じてソレノイド 72 に駆動電流を流すことができる。

【0056】

ソレノイド72に流す電流を急激に減少すると、図6に示すように第1FET80及び第2FET82ともオフになる。P点の電位は第1電流還流用ダイオード86の順方向電圧分だけ低下し、 $-V_{d1}$ 「V」となり、Q点の電位は $V_{bat} + V_{d2}$ 「V」となる。

【0057】

第1及び第2電流還流用ダイオード86、88の順方向電圧は電源電圧に比べて非常に低いた、ソレノイド72の両端には電源78の電圧が逆電圧として印加される。

【0058】

第1及び第2電流還流用ダイオード86、88がソレノイド72に直列に接続状態となるため、ソレノイド72にはループ134で示すような還流電流が流れる。

【0059】

第1FET80がオフの状態で、第2FET82をPWMデューティ駆動することにより、ソレノイド72に図5及び図6に示すように0Vと電源78の逆電圧とを交互に印加可能となる。

【0060】

第2FET82のゲート82cに供給するPWMデューティ比を変化させることにより、ソレノイド72へ印加する平均逆電圧をリニアに制御することができ、駆動電流の立ち下がりをもソレノイド72のインダクタンス成分74と抵抗成分76で決まる時定数に制約されずに必要に応じて急峻にすることができ、ソレノイド72の応答性の向上を図ることができる。

【0061】

図7は矩形波駆動の場合の本発明の駆動波形と従来の駆動波形との比較を示したコンピュータシミュレーションである。電流立ち下がり時の本発明のアンダershootを示すために、+0.5Vオフセットした波形を示している。

【0062】

矩形波136は目標電流であり、波形138が従来の駆動方法を、波形140

が本発明の駆動方法をそれぞれ示している。図7から明らかなように、本発明の駆動方法では従来方法に比較して電流の立ち下がり急峻にすることができ、応答性を改善できることが分かる。

【0063】

図8は本発明第2実施形態のソレノイド駆動回路70Aを示している。上述した第1実施形態と実質的に同一構成部分については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0064】

上述した第1実施形態では、PWMタイマを2個使用しているため、駆動回路がある程度高価となる。本実施形態は、PWMタイマを1個のみ使用し、論理回路を付加することにより、一つのPWMデューティ信号を切り替えて第1及び第2FET80, 82をPWMデューティ駆動するようにしたものである。

【0065】

PID演算手段98からは正のオンデューティ値及び負のオフデューティ値が出力される。オンデューティ値及びオフデューティ値の絶対値が絶対値算出回路142で算出され、PWMタイマ102に入力される。

【0066】

また、符号判定回路144でオンデューティ値及びオフデューティ値の符号が判定され、正(0を含む)のオンデューティ値の場合には「1」が負のオフデューティ値の場合には「0」が符号判定回路144から出力される。

【0067】

AND回路146にはPWMタイマ102から出力されるPWMデューティ信号及び符号判定回路144からの出力が入力され、AND回路146からはオンデューティ値に基づくPWMデューティ信号のみが出力される。

【0068】

このPWMデューティ信号はドライバ回路104で増幅されて第1FET80のゲート80cに供給され、第1FET80をオンオフ制御する。

【0069】

一方、PWMタイマ102から出力されるPWMデューティ信号はNAND回

路 150 にも供給される。NAND 回路 150 の他方の入力には符号判定回路 144 の出力をインバータ 148 で反転した信号が入力される。

【0070】

よって、NAND 回路 150 からは P I D 演算手段 98 で出力される負のオフデューティ値に基づく PWM デューティ信号のみが出力される。

【0071】

NAND 回路 150 から出力される PWM デューティ信号はドライバ回路 122 で増幅されて第 2 F E T 82 のゲート 82 c に供給され、第 2 F E T 82 をオンオフ制御する。

【0072】

即ち、第 2 F E T 82 は P I D 演算手段 98 からオンデューティ値が出力される場合にフルオンの状態となり、オフデューティ値の出力の増加に応じて第 2 F E T 82 がオフする時間が増加する。

【0073】

本実施形態の作用は、図 4 ～図 6 を参照して説明した第 1 実施形態の作用と同様であるので、その説明を省略する。

【0074】

本発明によると、目標電流が減少すると P I D 演算手段 98 から負のオンデューティ値ががでてくる。この場合、実電流が 0 アンペアになったときに P I D 演算手段 98 の出力が負の値のままになり、次の電流立ち上がり応答特性を悪化させることがある。

【0075】

これは、図 9 に示すように、目標電流が 0 アンペアで実電流が 0 アンペアになるときに、P I D 演算手段 98 の積分項（I 項）成分が符号 156 で示すように負の値のまま保持されてしまうためである。図 9 において、曲線 152 は比例項成分を示し、曲線 154 は積分項成分をそれぞれ示している。

【0076】

そこで、図 10 に示すように、実電流が規定値以下（例えば 0.01 アンペア以下）になったら P I D 演算手段 98 の積分項を符号 160 で示すように 0 にリ

セットすることにより、積分項成分が負の値のまま保持されることが回避できる。これにより、次の電流立ち上がり指示に対する遅れの低減が可能となる。

【0077】

この積分項のリセット方法を図11に示すフローチャートを参照して説明する。まず、ステップ10で目標電流を読み込み、ステップ11で実電流（検出電流）を読み込む。

【0078】

次いで、ステップ12で目標電流と実電流の差分を取り、この差分に基づいて比例項成分と微分項成分を算出する（ステップ13）。次いで、ステップ14に進んで実電流が規定値（例えば0.01アンペア）より大きいかなんかを判断する。

【0079】

実電流が規定値より大きい場合にはステップ15に進んで目標電流と実電流の差分に基づいて積分項を算出し、大きくない場合にはステップ16に進んで積分項を0にリセットする。次いで、ステップ17に進んで比例項と積分項と微分項からなるデューティ値を算出する。

【0080】

図12は積分項を0にリセットした場合としない場合の実電流の変化を示している。曲線162が積分項を0にリセットした実電流であり、曲線164が積分項を0にリセットしない場合の実電流を示している。

【0081】

図12から明らかなように、実電流が規定値以下になった場合に積分項を0にリセットすると、次の電流立ち上がり指示に対する遅れを低減可能であることが分かる。

【0082】

以上説明した本発明のソレノイド駆動装置は一般的なソレノイドの駆動に適用可能であるが、例えば自動車に搭載した電磁アクチュエータの駆動装置のように、バッテリー等の単一電源しか使用できない場合に適用して特にその効果が大きい。

【0083】

【発明の効果】

請求項1記載の発明によると、スイッチング素子がオフの時、オフデューティ値の入力に応じて電源の電圧を逆電圧としてソレノイドに印加可能な逆電圧印加手段が設けられているので、ソレノイドをオフした時の電流の立ち下がり、ソレノイドのインダクタンス成分と抵抗成分で決まる時定数に制約されず必要に応じて急峻にすることができ、応答性の向上が可能となる。

【0084】

請求項2記載の発明によると、第2スイッチング素子を駆動するPWMデューティ比を可変にすると、ソレノイドへ印加される平均逆電圧をリニアに可変にすることができ、ソレノイドオフ時の電流の立ち下がり、ソレノイドのインダクタンス成分と抵抗成分で決まる時定数に制約されず必要に応じて急峻にすることができ、応答性の向上が可能となる。

【0085】

請求項3記載の発明によると、一つのPWMデューティ信号を切り替えてスイッチング素子及び第2スイッチング素子を駆動するので、ソレノイド駆動装置を安価に構成することができ、請求項2記載の発明と同様な作用効果を達成することができる。

【0086】

請求項4記載の発明によると、実電流が規定値以下になった場合に積分項成分が負の値のまま保持されることを回避でき、これにより、次の電流立ち上がり指示に対する遅れを低減することができ、電流立ち上がり特性を改善することが可能となる。

【0087】

請求項5記載の発明によると、単一電源の場合にもソレノイドオフ時の電流の立ち下がり特性を必要に応じて急峻にすることができ、応答性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

4 輪駆動車両の動力伝達系を示す概略図である。

【図 2】

増速装置（変速装置）及びリヤデファレンシャル装置の断面図である。

【図 3】

本発明第 1 実施形態のソレノイド駆動装置の回路図である。

【図 4】

第 1 及び第 2 F E T が共にオンの時の本発明の作用を示す図である。

【図 5】

第 1 F E T がオフで第 2 F E T がオンのときの本発明の作用を示す図である。

【図 6】

第 1 及び第 2 F E T が共にオフのときの本発明の作用を示す図である。

【図 7】

従来例及び本発明の駆動波形を示すコンピュータシミュレーションである。

【図 8】

本発明第 2 実施形態のソレノイド駆動装置の回路図である。

【図 9】

積分項を 0 にリセットしない場合の、積分項成分及び比例項成分の変化を示す図である（コンピュータシミュレーション）。

【図 10】

積分項を 0 にリセットする場合の、積分項成分及び比例項成分の変化を示す図である（コンピュータシミュレーション）。

【図 11】

積分項を 0 にリセットする処理のフローチャートである。

【図 12】

積分項を 0 にリセットした場合としない場合の実電流の変化を示す図である（コンピュータシミュレーション）。

【符号の説明】

10 増速装置（変速装置）

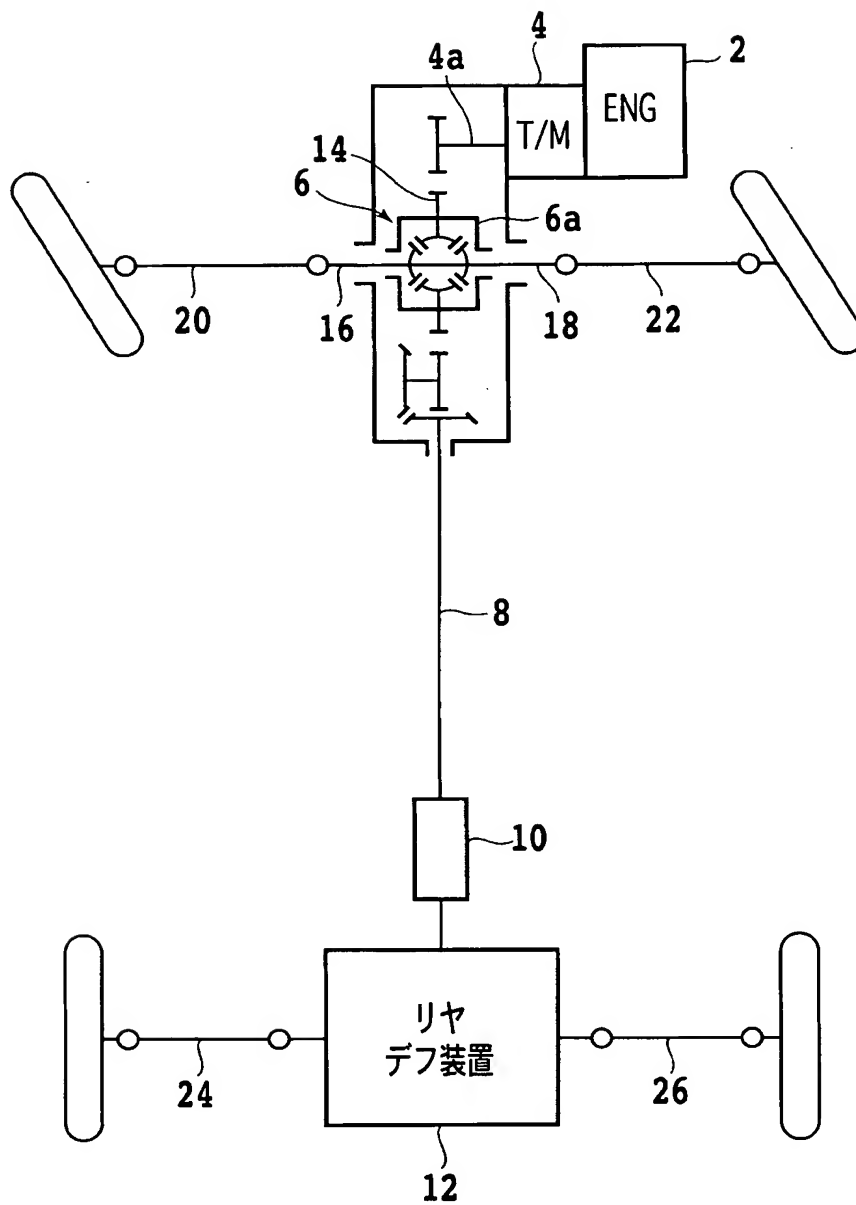
12 リヤデファレンシャル装置

2 4 , 2 6 後ろ車軸
3 0 入力シャフト
3 2 出力シャフト (ハイポイドピニオンシャフト)
5 0 A , 5 0 B プラネタリギヤセット
5 1 ブレーキ機構
5 2 湿式多板ブレーキ
5 6 電磁アクチュエータ
5 8 コア (ヨーク)
6 0 環状ソレノイド
6 2 アーマチュア
7 2 ソレノイド
7 4 インダクタンス成分
7 6 抵抗成分
7 8 電源 (バッテリー)
8 0 第 1 F E T
8 2 第 2 F E T
8 4 電流検出用抵抗
8 6 第 1 電流還流用ダイオード
8 8 第 2 電流還流用ダイオード
9 8 P I D 演算手段
1 0 2 , 1 2 0 P W M タイマ

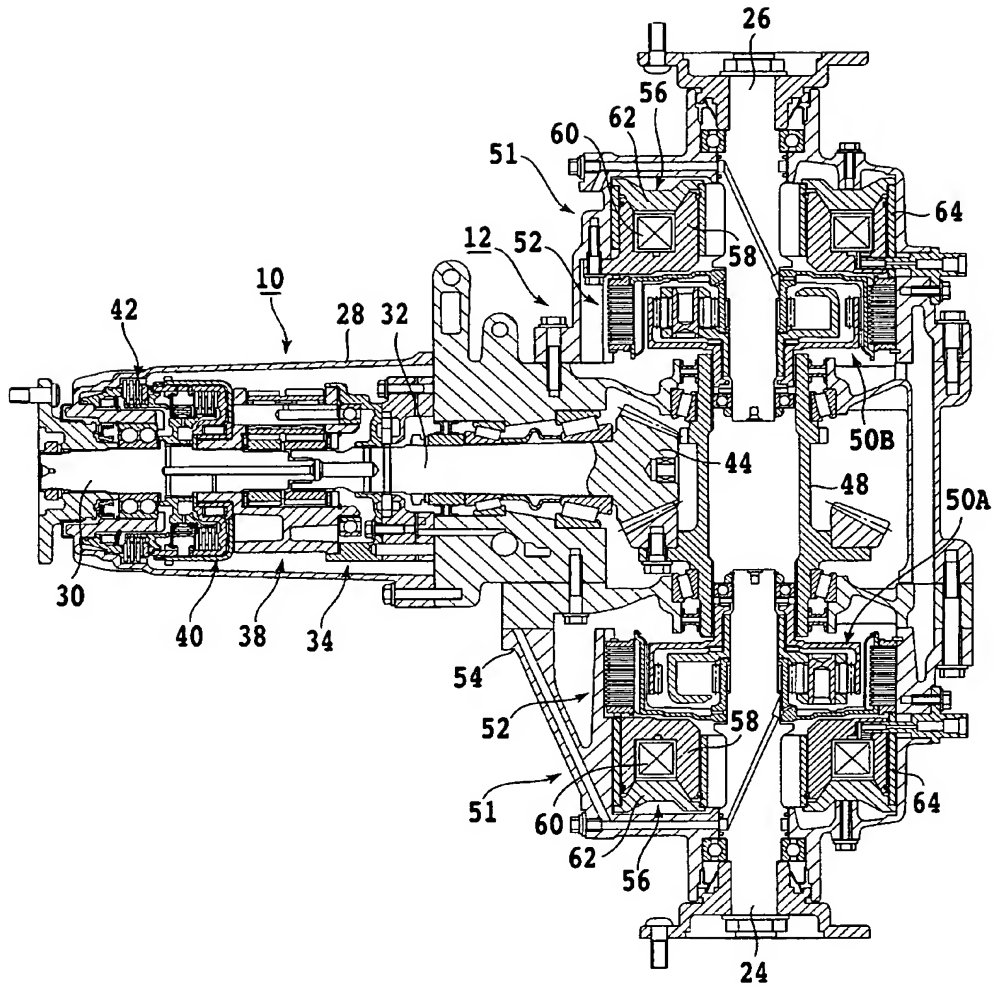
【書類名】

図面

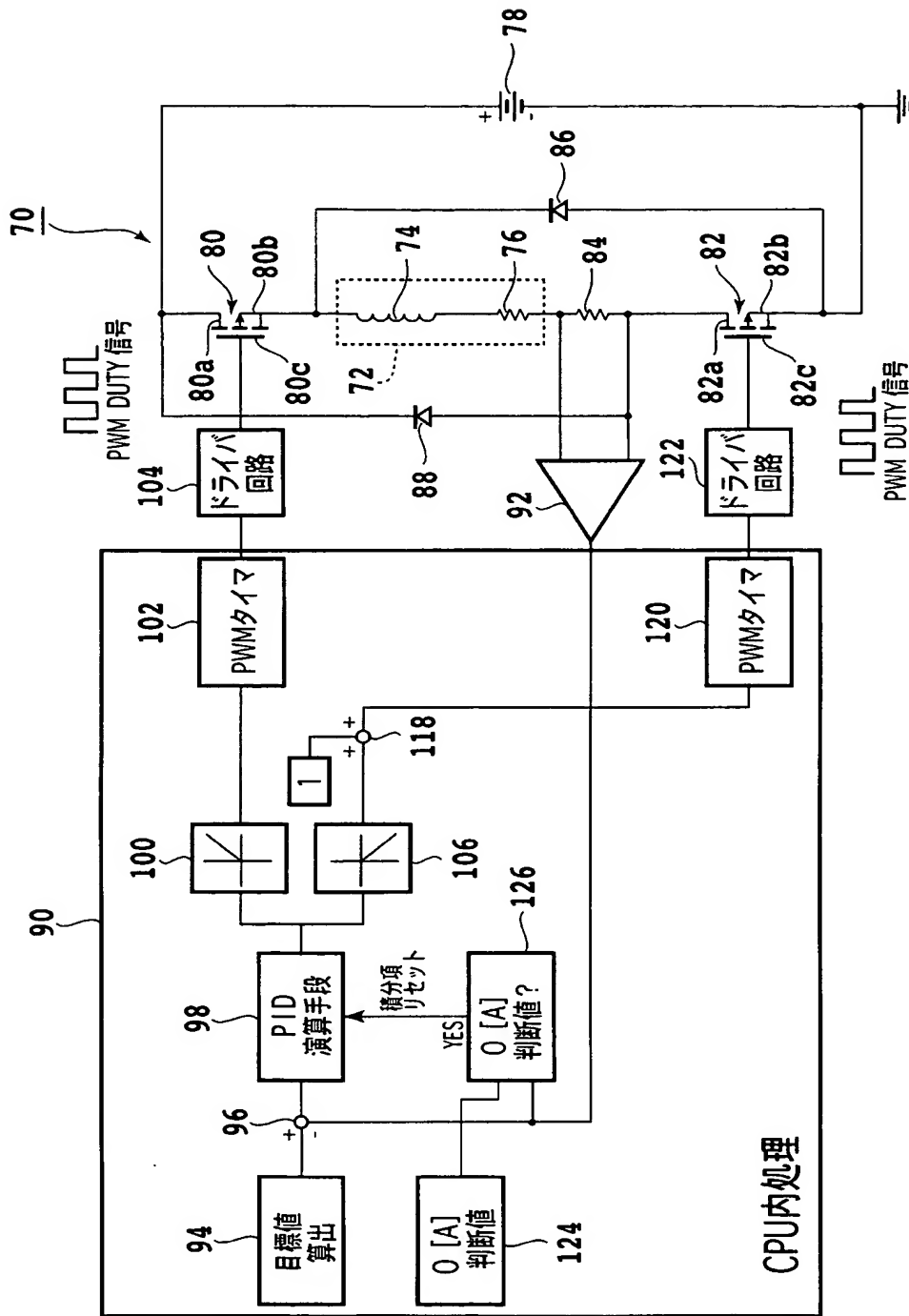
【図 1】



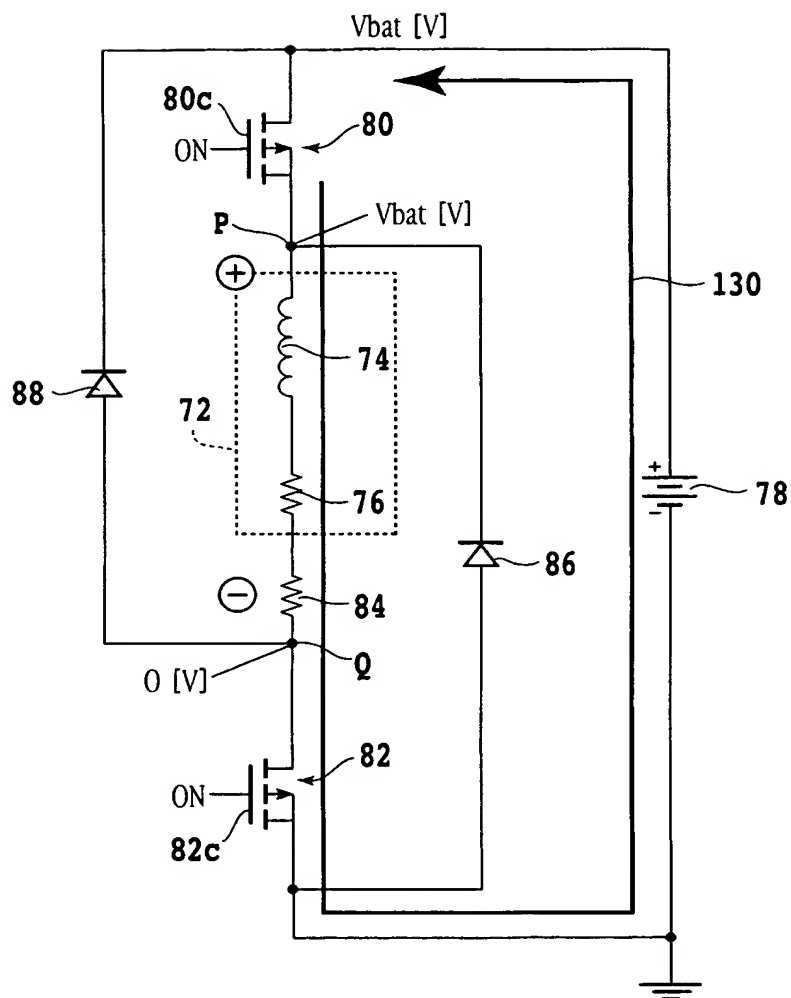
【図 2】



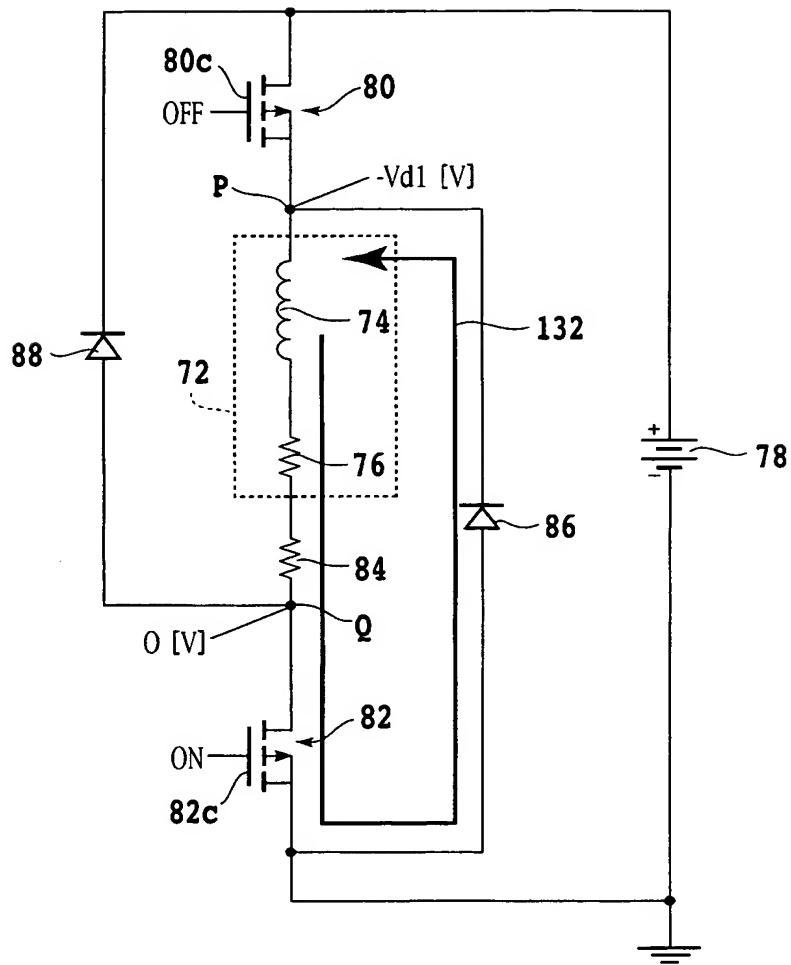
【図 3】



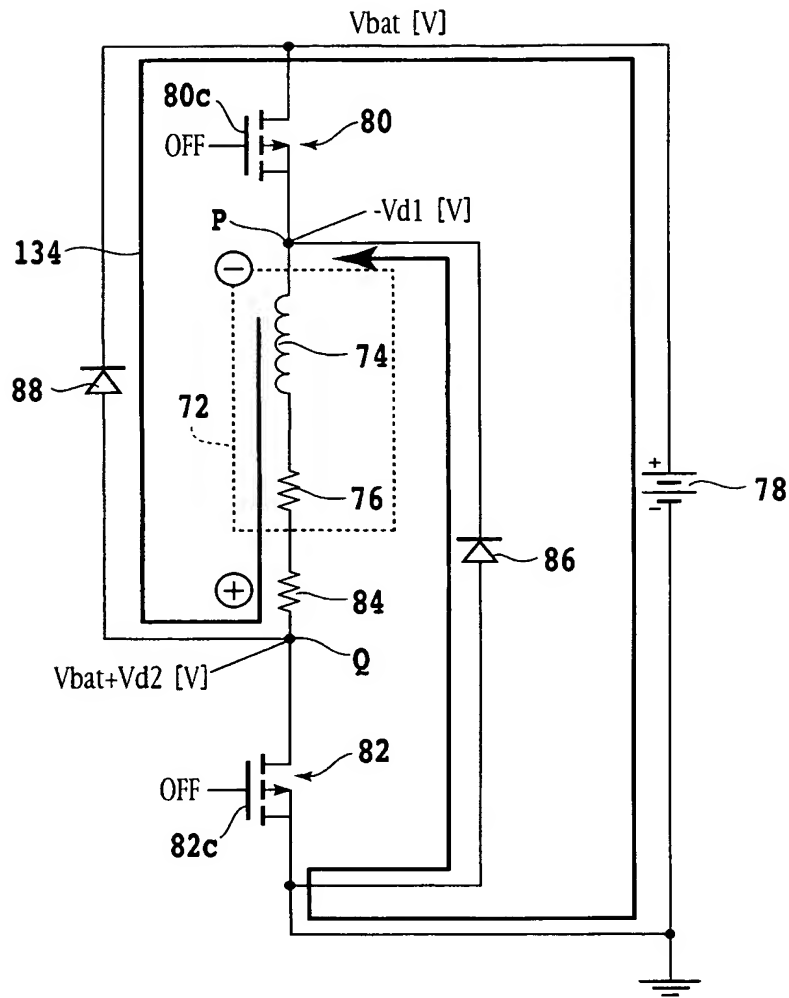
【図 4】



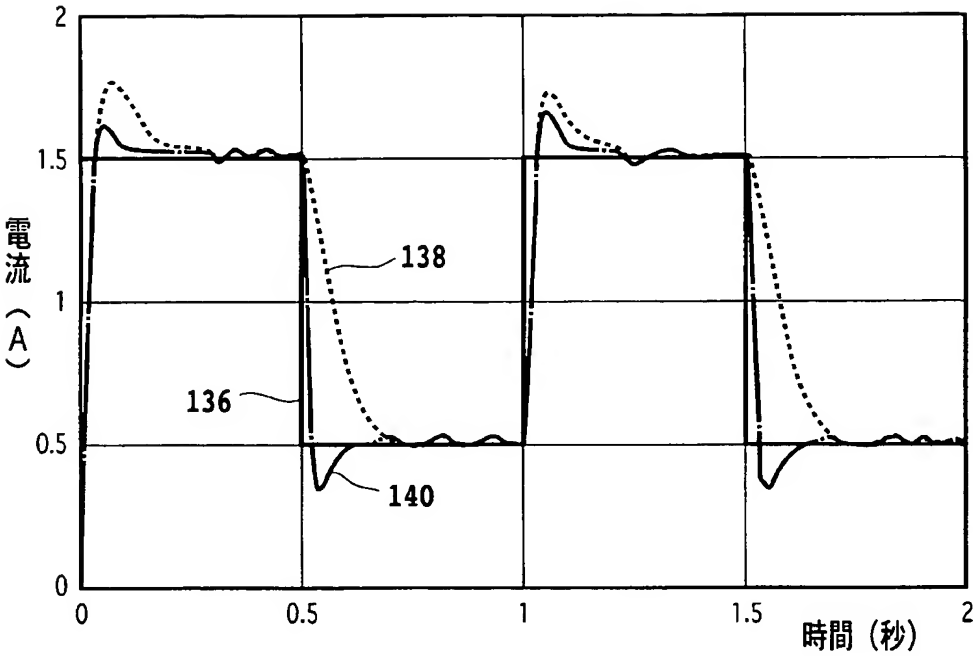
【図 5】



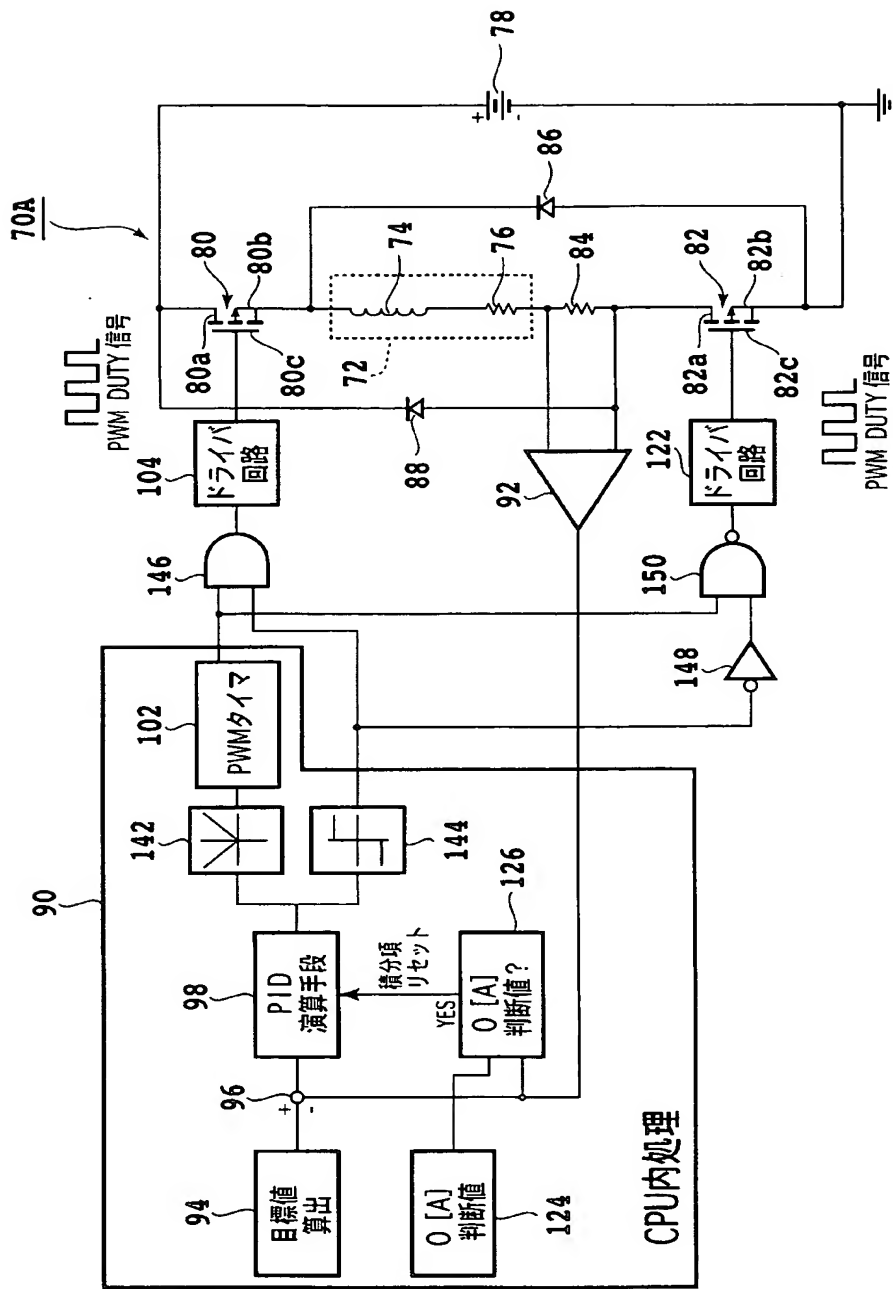
【図 6】



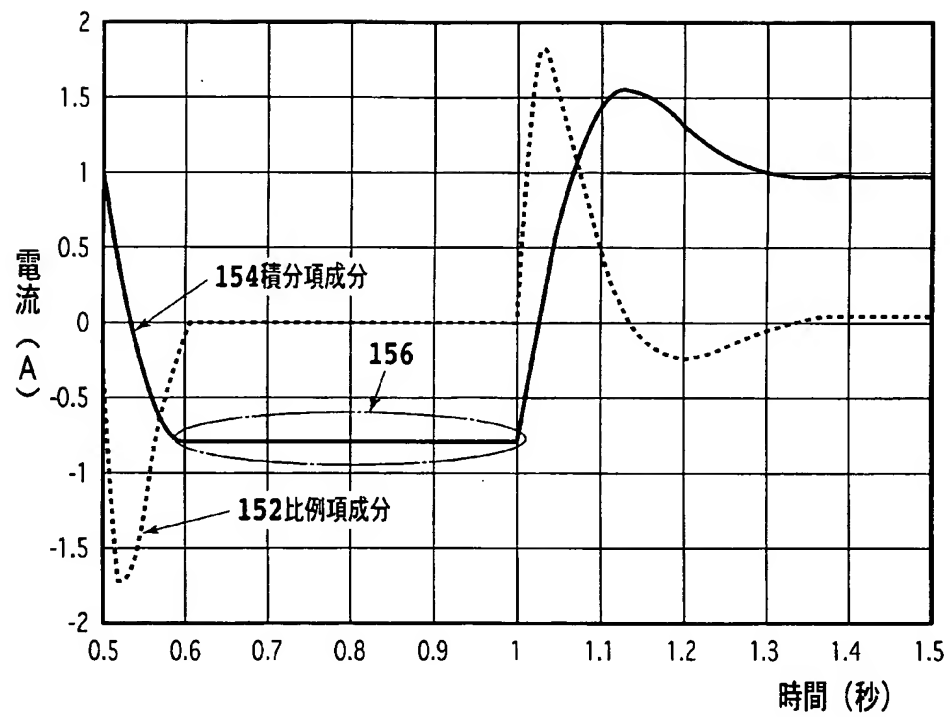
【図 7】



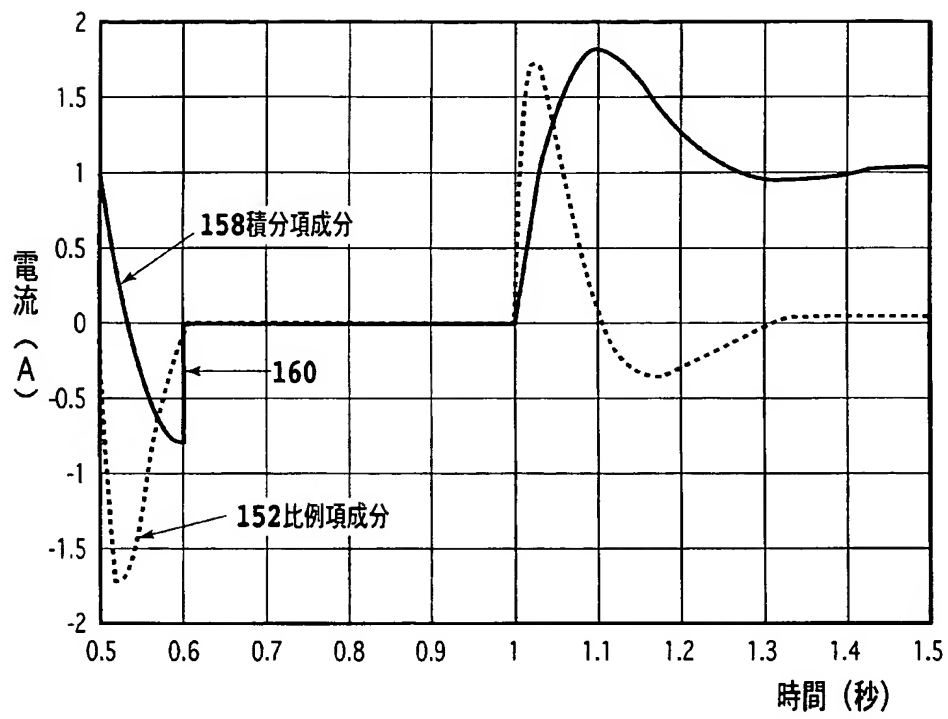
【図 8】



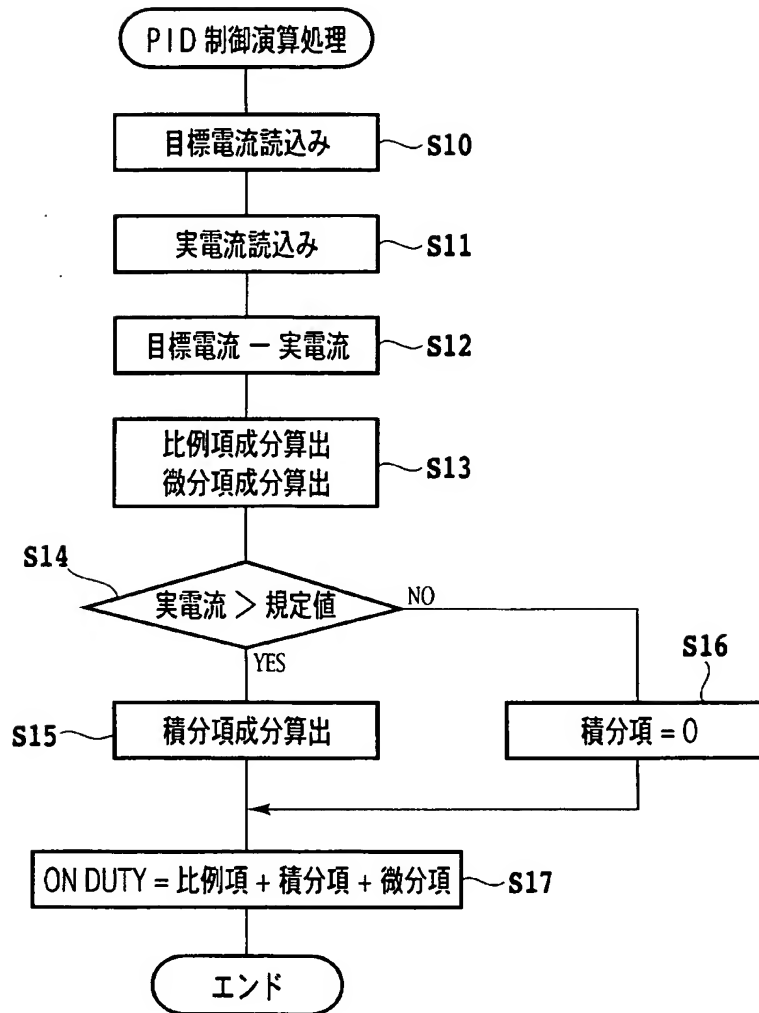
【図 9】



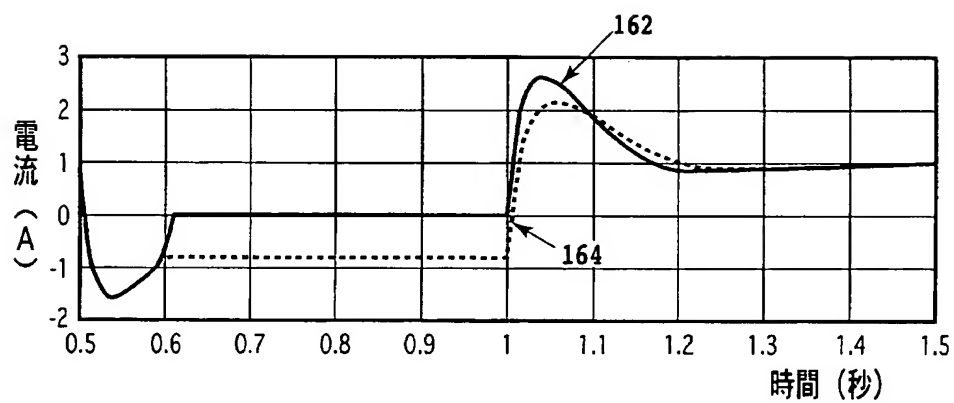
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流の立下り特性を改善可能なソレノイド駆動装置を提供することである。

【解決手段】 ソレノイド駆動装置であって、電源とソレノイドとの間に直列に接続されたスイッチング素子と、カソードがスイッチング素子とソレノイドとの間に接続されるようにソレノイドに対して並列に接続された電流還流用ダイオードと、ソレノイドを流れる電流を検出する電流検出回路と、目標電流と検出電流との差に応じたオンデューティ値及びオフデューティ値を演算して出力するPID演算ユニットとを含んでいる。ソレノイド駆動装置は更に、オンデューティ値の入力に応じてPWMデューティ信号を生成し、このPWMデューティ信号によりスイッチング素子をオンオフするPWMデューティ駆動ユニットと、スイッチング素子がオフのとき、オフデューティ値の入力に応じて電源の電圧を逆電圧としてソレノイドに印加可能な逆電圧印加回路を含んでいる。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-106075
受付番号 50300592817
書類名 特許願
担当官 第七担当上席 0096
作成日 平成15年 6月11日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005326
【住所又は居所】 東京都港区南青山二丁目1番1号
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】 100075384
【住所又は居所】 東京都港区赤坂3丁目2番2号 アマンド赤坂ビ
ル9階 松本国際特許事務所
【氏名又は名称】 松本 昂

【代理人】

【識別番号】 100125519
【住所又は居所】 東京都港区赤坂三丁目2番2号 アマンド赤坂ビ
ル9階 松本国際特許事務所
【氏名又は名称】 伊藤 憲二

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 0 6 0 7 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 港 区 南 青 山 二 丁 目 1 番 1 号

氏 名

本 田 技 研 工 業 株 式 会 社